第 37 卷第 5 期 2017 年 3 月 生 态 学 报 ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.37,No.5 Mar.,2017

DOI: 10.5846/stxb201510052003

孙军平,蔡永华,杨营,王静,付文龙,程建国,孟秀祥.驯养林麝(*Moschus berezovskii*)的繁殖节律:分娩定时及同步化.生态学报,2017,37(5):1611-1616.

Sun J P, Cai Y H, Yang Y, Wang J, Fu W L, Cheng J G, Meng X X.Reproduction rhythm of captive forest musk deer (*Moschus berezovskii*) at the Maerkang Musk Deer Farm: parturition timing and synchrony.Acta Ecologica Sinica,2017,37(5):1611-1616.

驯养林麝(*Moschus berezovskii*)的繁殖节律:分娩定时及同步化

孙军平[1],蔡永华[2],杨 营[2],王 静[1],付文龙[2],程建国[2],孟秀祥[1,*]

1 中国人民大学环境学院, 北京 100872

2 四川养麝研究所, 都江堰 611830

摘要:于 2013 年 3—10 月在四川马尔康麝场开展,记录了 178 例驯养林麝(*Moschus berezovskii*)的分娩,分析了其分娩定时、同步化及关键影响因素。结果表明,马尔康麝场的驯养林麝分娩发生于 5—7 月间,分娩期长达 66d,平均分娩时间为 5 月 25 日(17.60±0.98,$n=178$),分娩季节(75%的分娩完成时间)长 22d(即 5 月 7 日至 5 月 28 日间)。马尔康林麝分娩的强季节性是对当地季节性水热条件和食物资源的适应。驯养林麝的分娩时间与其年龄的相关不显著($r=-0.121$, $P=0.106>0.05$),虽亚成体雌麝(2—3 岁)的分娩时间(5 月 26 日, 18.81±1.47, $n=75$)有迟于成体麝((4—9 岁)(5 月 24 日, 16.97±1.41, $n=95$)和老龄雌麝(≥10 岁)(5 月 21 日, 13.63±2.24, $n=8$)的趋势,但差异未达显著水平($P>0.05$)。此外,麝场各饲养区内的雌麝分娩时间格局无显著差异($P>0.05$),泥地基底的改装圈舍内的雌麝分娩(5 月 22 日,15.31±1.48,$n=62$)略早于砖地基底的原装圈舍雌麝分娩(5 月 26 日,18.82±1.27,$n=116$),差异未达显著水平($P>0.05$)。

关键词:林麝(*Moschus berezovskii*);驯养;时间格局;分娩定时;同步化

Reproduction rhythm of captive forest musk deer (*Moschus berezovskii*) at the Maerkang Musk Deer Farm: parturition timing and synchrony

SUN Junping[1], CAI Yonghua[2], YANG Ying[2], WANG Jing[1], FU Wenlong[2], CHENG Jianguo[2], MENG Xiuxiang[1,*]

1 *School of Environment and Natural Resources, Renmin University of China, Beijing* 100872, *China*

2 *Sichuan Institute of Musk Deer Breeding, Dujiangyan* 611830, *China*

Abstract: This study was conducted in 2013 from March to October, at the Maerkang Musk Deer Farm (MMDF), Sichuan Province. The birth dates of 178 captive Forest musk deer were recorded and analyzed to determine the temporal fawning patterns, for which parturition timing, synchrony, and the potential influencing factors were explored. The results showed a strong seasonality in the parturition patterns of captive forest musk deer, and all parturitions occurred within a range of 66 days in the three months from May to July. The average fawning date was 25 May ($n=178$) and the majority of births (75%) happened within 22 days from 7 to 28 May. The parturition seasonality of captive forest musk deer at MMDF was adapted to the local strong seasonal patterns of temperature, precipitation, and food resources in Maerkang. Moreover, although the parturition pattern was not strongly correlated to the age of the captive females ($r=-0.121$, $P>0.05$), the sub-adult females were inclined to fawn (26 May, $n=75$) later than the adults (24 May, $n=95$) and the old deer (21

基金项目:国家自然科学基金项目(31170364);中国人民大学科学研究基金项目(中央高校基本科研业务费专项资金)(15XNLQ02);中国人民大学(统筹支持一流大学和一流学科建设专项)项目;国家科技支撑计划(2013BAC09B02-6);四川省科技成果转化项目(11010110)

收稿日期:2015-10-05; **网络出版日期:**2016-07-13

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: meng2014@ruc.edu.cn

May, $n=8$). However, this difference in parturition timing was not significant ($P > 0.05$). Furthermore, no significant difference was observed among the different enclosures ($P > 0.05$), although the females in the original enclosures with a brick surface were inclined to fawn earlier (22 May, $n=62$) than those in the refined enclosures with an earth surface (26 May, $n=116$).

Key Words: forest musk deer (*Moschus berezovskii*); reproduction rhythm; parturition timing; parturition synchrony; fawning patterns

在温带生境,较长的冬季及伴随的低气温、食物匮乏等是制约野生动物种群增长的限制因素,尤其会对产仔雌性及新生幼仔的存活产生影响。季节性生境中的野生动物多有季节性繁殖,其周期性的发情交配及分娩有较强的定时和同步化[1]。通过周期性繁殖和分娩定时及同步化的调控,动物的分娩、哺乳及育幼等生命过程可发生于条件较好的季节,动物的新生幼仔可较好地完成其早期生长,并可获得足够的能量储备越冬。同时,产仔雌性动物也可恢复繁殖中的能量耗损,有助于提高其越冬存活率和下年度的繁殖成功。

温带和极地生境分布的哺乳动物多具有繁殖节律,尤其是有蹄类[2-4]。迄今对群居性较强的有蹄类动物的繁殖定时及分娩同步化研究较多, 如加拿大盘羊(*Ovis canadensis*)[5]、戴氏盘羊(*Ovis dalli*)[6]、美洲野牛(*Bison bison*)[7]和黑尾鹿(*Odocoileus hemionus*)[8]等,对群居性相对较弱的小型有蹄类动物的研究极少,尤其缺乏对独居性较强的麝类动物(*Moschus* spp.)等类群的相关研究。

麝类动物的成年雄性可分泌麝香,是珍稀濒危资源动物,被列为 CITES 附录Ⅱ物种及我国的Ⅰ级重点保护野生动物。为保护野生麝种群及可持续利用麝资源,我国于 1958 年开始了麝类迁地保护、驯养及麝香资源的人工保育,其主要驯养麝种即是林麝(*Moschus berezovskii*)。因麝类动物生境郁闭,警戒性和独居性极强,野外研究其繁殖节律及分娩定时等极为困难,目前关于麝的繁殖及相关参数的研究多基于对圈养麝种群。诸多学者研究了麝类动物的发情交配、繁殖行为格局、产仔及母幼关系等[9-13]。此外,郎冬梅等[14]研究了繁殖周期中圈养林麝的粪样孕酮变化,杨营等[15]采用孕酮缓释及孕马血清等进行了林麝的同期发情诱导,韩增胜等[16]和孟秀祥等[17]对圈养林麝和马麝(*M. sifanicus*)的繁殖性能及行为进行了初步研究。关于麝类动物的繁殖节律和时间格局,迄今仅见于对圈养马麝发情和分娩定时及同步化的报道[18-19]。

麝类驯养的主要麝种是林麝,其驯养种群占我国驯养麝种群的 90%以上[20]。迄今缺乏对驯养林麝种群的繁殖节律的研究。对其繁殖时间格局开展量化记录,辨析“年龄”等生理因素及“圈舍”等环节因素对其分娩定时和同步化的效应,相关结果可有助于对濒危林麝的成功驯养、迁地保育和可持续利用。

1 研究地区自然概况

本研究于 2013 年 3—10 月在四川养麝研究所所属的马尔康麝场进行。麝场位于四川阿坝州马尔康县野生林麝的自然分布区内,地处岷山山脉,属低纬度、高海拔的高山峡谷立体气候,冬干夏湿、雨热同季、日照充足、昼夜温差大。麝场所在地海拔 2600 m,年均温 2.5—6.4 ℃,最热月(7 月)极端高温 32.6 ℃,最冷月(1 月)极端低温 −28 ℃,平均昼夜温差 12—14 ℃,平均季节温差 21.6—25.3 ℃,年降水量 753 mm,年均日照大于 2000 h,无霜期 120 d。

2 研究方法

2.1 样本动物及分组

马尔康麝场由 15 个饲养区组成,每饲养区由 5—8 个圈舍组成,每圈舍由 1 个活动场(100—200 m^2)和 4 个小舍(每舍 2—3 m^2),活动场中央区域有砖制隐蔽台。每个麝圈驯养林麝 2—6 头。

马尔康麝场现有存栏林麝 800 余头,均为自繁后代。每个饲养区由专职饲养员负责饲喂及日常管理。林

麝饲料主要由就地采集的树叶及地表植物组成,辅以精饲料饲喂,每日饲喂 2 次(夏季饲喂时间在 06:00 和 19:00,冬季在 08:00 和 17:00)。饲养员喂料时进行圈舍清扫等,每圈每次耗时约 5 min.,余时林麝很少受到惊扰。林麝自幼佩戴耳标以进行个体识别。

本研究涉及 178 头产仔雌麝,均为 2 岁龄以上。个体年龄按 0.5 岁单位计算,划分为亚成体麝(2—3 岁)、成体麝(4—9 岁)和老龄麝(≥10 岁)3 个年龄组[18];按圈舍基底将饲养区区分为原装圈舍饲养区(区 11、区 13、区 15 等 3 个饲养区,圈舍沿袭麝类驯养初期的配置,其活动场铺设青砖地面,砖缝间有杂草着生,砖质地表有青苔附生)和改装圈舍饲养区(区 1、区 5、区 7、区 8、区 12 等 5 个饲养区,基底为硬化的平实泥地地面,硬度相对较小)。

2.2　数据收集

在研究期间,记录到的最早的林麝分娩发生于 5 月 7 日,将此日定为马尔康林麝分娩的参照基准日(zero value),并且计算林麝个体分娩日期距此参照基准日的天数。分娩季节定义为 75% 的分娩累计完成的时间[18]。

2.3　数据整理及分析方法

对数据进行标准化转化,实现数据正态化。用 ANOVA 考察"年龄"、"年龄组"和"饲养区"等变量对雌麝分娩时间格局的效应,若差异显著,再基于方差齐性检验结果,选用 LSD (least significant difference) 或 Games-Howell 方法进行逐项比较。计算雌麝年龄与其分娩时间的相关性(Pearson correlation)。所有统计分析均在 SPSS 11.0 进行。

3　结果与分析

3.1　林麝分娩的季节性

共记录了四川马尔康麝场驯养林麝的 178 例分娩,分娩发生于 5 月至 7 月时间段内,最早发生于 5 月 7 日,最晚发生于 7 月 12 日,平均分娩发生于 5 月 25 日(17.60±0.98,n=178),分娩期长 66d,75%的分娩发生于 22d,即马尔康圈养林麝的分娩季节在 5 月 7 日至 5 月 28 日间。

林麝分娩频次分布及各月的均温、降水量如图 1 所示。马尔康年降水 76.9 cm,月均降水(6.41±1.62) cm (n=12),5—9 月的降水达全年降水总量的 79.97%,而 5—9 月的月均温达 12.30 ℃。

图 1　驯养林麝分娩的季节性

Fig.1　The fawning season of captive forest musk deer and the climate patterns

图中实线表示均温,虚线表示降水量,图柱表示分娩频次

3.2　林麝分娩时间的分布

如图 2 所示,分娩数据呈非正态分布(Kolmogorov Smirov test: Z=1.913, n=178, P=0.001<0.01),经平方根转换后,分娩数据呈正态分布(Kolmogorov Smirov test: Z=1.091, n=55, P=0.185>0.05)。

3.3　林麝年龄组与其分娩时间格局的关系

各龄林麝的分娩时间格局如图 3 所示。随其年龄递增,马尔康麝场驯养林麝的分娩时间有提前的趋势,但分娩雌麝的年龄与其分娩时间的相关不显著(r=−0.121, n=178, P=0.106>0.05),各龄雌麝的分娩时间也无显著差异($F_{11,166}$= 0.850, P= 0.591>0.05)。划分年龄组,亚成体、成体和老龄雌麝间的分娩时间差异未达显著水平($F_{2,175}$= 0.437, P= 0.647)(表 1)。

3.4　"饲养区"变量对驯养林麝分娩时间的影响

如图 4 所示,各饲养区雌麝的分娩时间格局差异未达显著($F_{7,170}$=1.987, P=0.059>0.05)。砖地基底的原装圈舍中的雌麝分娩(5 月 26 日,18.82±1.27, n=116)略迟于泥地基底的改装圈舍内的雌麝(5 月 22 日,15.31±1.48, n=62),差异不显著($F_{1,176}$=2.948, P=0.088>0.05)。

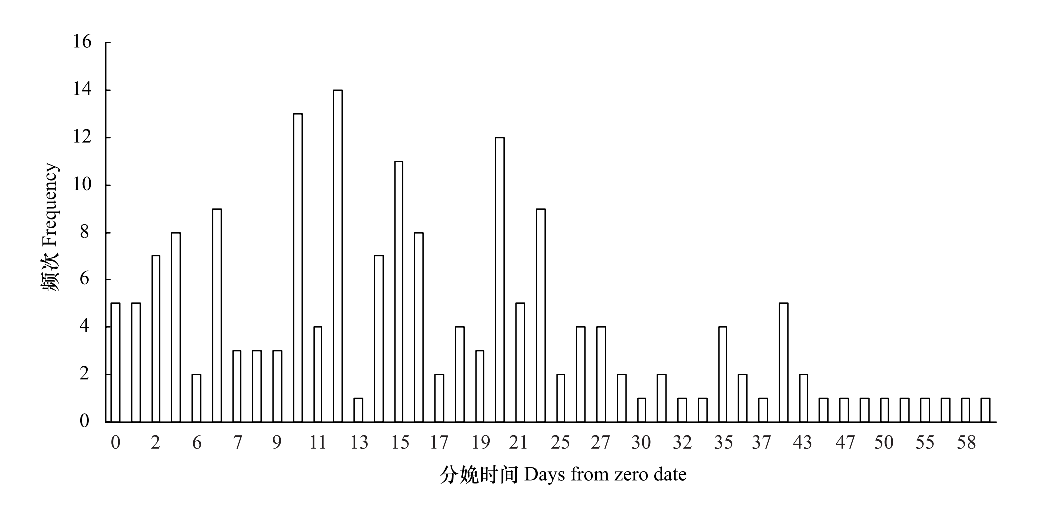


图 2 驯养林麝分娩时间的分布

Fig.2 The temporal parturition pattern of captive forest musk deer

表 1 各年龄组驯养林麝的分娩时间格局

Table 1 Summary of parturition characteristics among captive female musk deer

年龄组 Age-class	首例分娩 First parturition	平均分娩时间 Mean±SE	距首例分娩的天数 Days from the first birth 75%	距首例分娩的天数 Days from the first birth 100%
亚成体 Sub-adult	5 月 7 日	5 月 26 日(18.81±1.47, n=75)	26	50
成体 Adult	5 月 7 日	5 月 24 日(16.97±1.41, n=95)	20	66
老龄 Old	5 月 11 日	5 月 21 日(13.63±2.24, n=8)	18	22

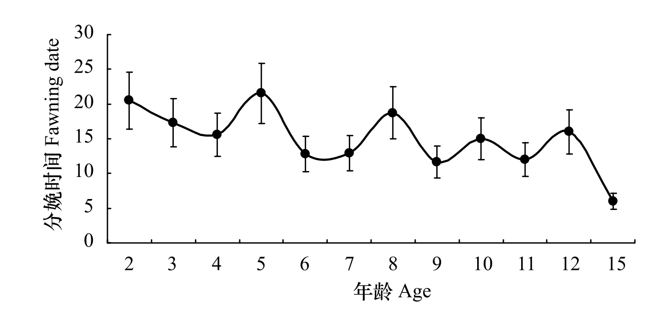


图 3 驯养林麝分娩时间在年龄的分布

Fig.3 Fawning date and the age-class of captive female musk deer

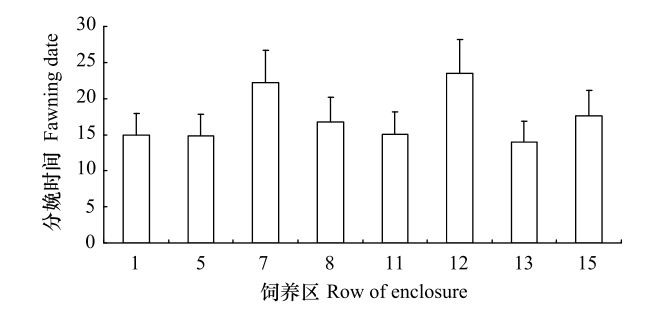


图 4 各饲养区驯养林麝的分娩时间

Fig. 4 Fawning date of captive female musk deer in rows of enclosure

4 讨论

野生动物的分娩时间格局同生境的食物资源(数量和质量) 的变动直接相关,但终极决定因子是水热条件等季节性物理因子[2]。季节性环境中的冬季低温及食物匮乏等是制约野生动物繁殖成功和种群增长的关键因子[4]。与之适应,在季节性较强的温带生境中的动物多表现为季节性繁殖,其分娩定时和同步化较强[21]。通过分娩定时,动物幼仔出生于气候、水热条件及食物资源相对较优的时间段里,使幼仔哺乳、断奶后食物摄入及早期生长等得以在较好的水热、营养和能量环境进行,使其越冬存活率得到提高[2],而出生显著延迟的幼体死亡率高于早出生的幼体[22]。

对圈养野生动物而言,除受到环境中的自然季节性物理因素影响外,人工圈禁环境中的活动受限、定时限饲及高社群密度等综合胁迫因素还将对其生长、发育、行为格局及繁殖活动等产生效应[23],导致其分娩定时和同步化等受到影响[24]。本研究中的马尔康麝场建于野生林麝的自然生境,圈舍设计为开放式的露天活动

场，圈舍未装备任何调温设备，其圈舍的温度等环境因子的变化同于自然环境，仍具有强烈季节性，并且和自然生境的气候变化同步。此外，圈养林麝的食物为采集于麝场周围自然生境的树叶、地表植物及季节性蔬果。因此，相比于野生林麝，马尔康驯养林麝所处圈养环境的水热条件及食物资源等关键因子仍具有强烈季节性。

本研究结果表明，马尔康麝场驯养林麝的分娩发生于 5—7 月，最早的分娩启动于 5 月 7 日，其分娩季节长 22d(即 75%的分娩发生于 5 月 7 日至 5 月 28 日间)，体现出极强的分娩季节性。麝类动物的哺乳期一般为 2 个月左右[9,12]，5—9 月是马尔康林麝的哺乳期，而此时间段内马尔康的降水量占全年的 79.97%，月均温也高达 12.30℃，因此，马尔康林麝的分娩和哺乳季节同该区域的环境、水热条件及食物资源的最优化季节叠合，产仔雌麝可获得充足食物以哺乳仔麝。此外，仔麝在 20 日龄左右即可开始啃食树叶，因此，在马尔康仔麝断奶后的 2—3 个月内，逐渐变化的环境因子及食物资源仍然在仔麝的较喜好适应幅内，仔麝仍可利用相对充足、营养丰富的食物资源，这利于仔麝的早期生长和能量储备，利于仔麝度过水热条件和食物资源匮乏的冬季，增加其越冬存活率。

此外，因雌性动物的发情交配、受孕、妊娠、分娩及哺乳等繁殖活动需投入大量的能量投资[25]，而且其分娩期、哺乳期和断奶后期往往是下年度的发情交配前期，也是水热条件严酷及食物匮乏冬季的初始，因此，分娩期和哺乳期的优良水热条件和食物资源将利于产仔雌性补充繁殖中的能量耗损，并为其成功越冬及下年度的繁殖成功及作必要的能量储备[26]。产仔过迟的雌性动物将因错过资源和水热条件最优的季节而导致其哺乳失败，影响其下年度的发情交配，并可能导致其越冬死亡率增加[7]。如雌性黑尾鹿(*Odocoileus hemionus*)在妊娠期、哺乳期及断奶前的能量耗损与其下年度的繁殖成功及分娩定时直接相关[8]。

就本研究中的麝类动物而言，雌性妊娠等繁殖活动也需投入大量的能量和时间投资[18-19]，而且在哺乳季节末的 9—10 月是雌麝下次发情交配的启动前期，也是分布区内食物匮乏冬季的开始。因此，在幼麝断奶独立后的时期，充足的食物资源可让产后雌麝恢复其繁殖耗能及脂肪储备，保障成功越冬，同时也为即将到来的发情交配做准备，提升下年度的繁殖成功率。正因如此，本研究中的马尔康林麝通过分娩定时及同步化，使其产仔季节(5—7 月)和哺乳季节(5—9 月)与该区域的水热条件和食物资源最优季节重合，利于产仔雌麝的产后能量补充及储备，从而提高其下次的繁殖成效及越冬存活率，终而提高其适合度。

随生境季节性的降低，动物繁殖的季节性有弱化的趋势。如季节性较弱环境中的加拿大盘羊(*Ovis canadensis*)的分娩定时和同期化即相对较弱[27]，Laska[24]的研究也表明，因环境中缺乏可利用的参照线索，季节性繁殖的尾叶鼻蝠(*Carollia perspicillata*)在圈养环境不再展现分娩定时及同步化。与之相反，甘肃兴隆山的野生马麝在圈养环境仍表现出强烈的分娩季节性，但其分娩季节显著长于野生个体[18]。同甘肃兴隆山相比，虽马尔康的分布纬度相对较低，但马尔康麝场的驯养林麝与甘肃兴隆山麝场驯养马麝相比，前者的分娩启动更早，分娩季节更短，体现出更强的分娩季节性。由于四川马尔康和甘肃兴隆山所在地的小地形和局域气候存在差异，加之马麝的体型显著大于林麝、孕期较长等物种特点[11,13]，使本研究中的分布纬度较低的马尔康驯养林麝的分娩启动早于分布纬度较高的兴隆山马麝，分娩的季节性也更强。

本研究中的麝场各饲养区的圈舍设施基本相同，每个饲养区虽由不同饲养员管理，但因麝场实行标准化的驯养管理，其饲料配方、饲料投放及其他饲养管理模式均无差异。因此，饲养区对圈养林麝的效应不显著。类似结果也见于其他有蹄类动物[28]。

雄性动物与雌性个体间的社会行为可对雌性动物的发情交配及孕期长短产生效应，从而影响其分娩定时。如在发情交配期间，通过增加雄性马鹿(*Cervus elaphus*) 在雌鹿前的暴露会促进雌鹿的“导入性发情”(socially induced estrus)，使雌鹿的受孕及分娩提前，而雌鹿的分娩延后则与雄鹿导入过迟或接受的行为刺激较弱有关[29]。此外，雌性个体的性成熟度、序位等级及对同性、异性社会相互作用的行为内分泌响应度等因素也将直接影响其发情交配及分娩定时。一般地，动物的各年龄组雌体对启动其发情交配的行为刺激的反应阈值不同，亚成体及首次参加繁殖雌体需要强度更大的行为刺激来启动其排卵等生理活动，因此其进入发情交配可能迟于年龄较大的雌性个体，导致其受孕及分娩均较迟[26,28]。Festa-Bianchet[5] 和 Bunnell[22] 的研究表

明,温带生境中的有蹄类雌体的年龄可对其分娩定时产生效应。在本研究中,雄性林麝于发情交配前期被同时导入雌麝圈舍组建繁殖圈群,每个圈群的雌雄性比一般为 2—6。因麝类动物存在年龄依赖的等级序位及基于等级序位的繁殖机会分配[30],首次参加繁殖雌麝的交配机会相对低于年龄较大的雌麝,其分娩也就往往迟于成体麝[18-19]。因此,本研究中的亚成体林麝分娩最迟,成体及老年雌麝的分娩定时相对趋前。

参考文献(References):

[1] Bunnel F L. Factors controlling lambing period of Dall's sheep. Canadian Journal of Zoology, 1980, 58(6): 1027-1031.

[2] Rutberg A T. Adaptive hypotheses of birth synchrony in ruminants: an interspecific test. The American Naturalist, 1987, 130(5): 692-710.

[3] Ims R A. The ecology and evolution of reproductive synchrony. Trends in Ecology & Evolution, 1990, 5(5): 135-140.

[4] Berger J. Facilitation of reproductive synchrony by gestation adjustment in gregarious mammals: a new hypothesis. Ecology, 1992, 73(1): 323-329.

[5] Festa-Bianchet M. Age-specific reproduction of bighorn ewes in Alberta, Canada. Journal of Mammalogy, 1988, 69(1): 157-160.

[6] Rachlow J L, Bowyer R T. Interannual variation in timing and synchrony of parturition in Dall's sheep. Journal of Mammalogy, 1991, 72(3): 487-492.

[7] Rutberg A T. Birth synchrony in American bison (*Bison bison*): response to predation or season? Journal of Mammalogy, 1984, 65(3): 418-423.

[8] Bowyer R T. Timing of parturition and lactation in southern mule deer. Journal of Mammalogy, 1991, 72(1): 138-145.

[9] 张保良. 麝的驯养. 北京: 农业出版社, 1979.

[10] Zhang B L. Musk deer: their capture, domestication and care according to Chinese experience and methods. Unasylva, 1983, 35(139): 16-24.

[11] 盛和林, 刘志霄. 中国麝科动物. 上海: 上海科学技术出版社, 2007.

[12] Homes V. On the scent: conserving musk deer-the uses of musk and Europe's role in its trade. Brussels: TRAFFIC Europe, 1999.

[13] 吴家炎, 王伟. 中国麝类. 北京: 中国林业出版社, 2006.

[14] 郎冬梅, 胡德夫, 邹青, 王毅花. 发情周期圈养雌性林麝粪样孕酮的变化. 特产研究, 2011, 33(4): 40-42, 53-53.

[15] 杨营, 魏海军, 王承旭, 戴晓阳, 冯达勇, 王建明, 汪晓郓. CIDR 在林麝同期发情上的应用研究. 西南农业学报, 2011, 24(5): 2026-2028.

[16] 韩增胜, 杨长锁, 李青旺, 胡建宏, 王立强, 陈晓宇. 林麝生殖生理和繁殖性能观察研究. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2003, 31(6): 103-106.

[17] 孟秀祥, 张东晶, 王功, 祁军, 杨奇森, 冯祚建. 甘肃兴隆山圈养雌性马麝(*Moschus sifanicus*)发情次数、间情期及影响因素. 中国农业科学, 2009, 42(5): 1783-1788.

[18] Meng X X, Yang Q S, Feng Z J, Xia L, Jiang Y W, Wang P M. Timing and synchrony of parturition in alpine musk deer (*Moschus sifanicus*). Folia Zoologica, 2003, 52(1): 39-50.

[19] Meng X X, Yang Q S, Xia L, Feng Z J, Jiang Y W, Wang P M. The temporal estrous patterns of female alpine musk deer in captivity. Applied Animal Behaviour Science, 2003, 82(1): 75-85.

[20] Meng XX, Zhou C Q, Hu J C, Li C, Meng Z B, Feng J C, Zhou Y J, Zhu Y J. The musk deer farming in China. Animal Science, 2006, 82(1): 1-6.

[21] Green W C H, Rothstein A. Persistent influences of birth date on dominance, growth and reproductive success in bison. Journal of Zoology (London), 1993, 230(2): 177-186.

[22] Bunnell F L. The lambing period of mountain sheep: synthesis, hypotheses, and tests. Canadian Journal of Zoology, 1982, 60(1): 1-14.

[23] Porter T A, Wilkinson G S. Birth synchrony in greater spear-nosed bats (*Phyllostomus hastatus*). Journal of Zoology (London), 2001, 253(3): 383-390.

[24] Laska M. Gestation period and between birth intervals in Carollia perspicillata (*Phyllostomatidae Chiroptera*). Journal of Zoology (London), 1990, 222(4): 697-702.

[25] Coblentz B E. A unique ungulate breeding pattern. Journal of Wildlife Management, 1980, 44(4): 929-933.

[26] Cothran E G, Chesser R K, Smith M H, Johns P E. Fat levels in female white-tailed deer during the breeding season and pregnancy. Journal of Mammalogy, 1987, 68(1): 111-118.

[27] Krausman P R, Leopold B D, Seegmiller R F, Torres S G. Relationships between desert bighorn sheep and habitat in western Arizona. Wildlife Monographs, 1989, 102: 3-66.

[28] Rubin E S, Boyce W M, Bleich V C. Reproductive strategies of desert bighorn sheep. Journal of Mammalogy, 2000, 81 (3): 769-786.

[29] Fisher M W, Meikle L M, Johnstone P D. The influence of the stag on pubertal development in the red deer hind. Animal Science, 1995, 60(3): 503-508.

[30] Meng X X, Sih A, Li H T, Cody N. Quantified analyses of aggression pattern in a captive population of musk deer (*Moschus sifanicus*). Annals of Animal Science, 2012, 12(3): 413-421.